

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



3 / Priority  
Doc.  
E. Ullrich  
10-12-01



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 100 26 492.1

**Anmeldetag:** 27. Mai 2000

**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Funktionsdiagnose eines Entlüftungssystems eines Kurbelgehäuses eines Verbrennungsmotors

**IPC:** F 02 D, F 01 M

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 21. Februar 2001  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Seiler

02.05.00 We/Kat

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10     Verfahren zur Funktionsdiagnose eines Entlüftungssystems  
       eines Kurbelgehäuses eines Verbrennungsmotors

Stand der Technik

15     Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur  
       Funktionsdiagnose eines Entlüftungssystems eines  
       Kurbelgehäuses eines Verbrennungsmotors nach der Gattung des  
       Hauptanspruchs. Beim Betrieb von Verbrennungsmotoren kommt  
       es als Folge von Kolbenringspalten zu Leckströmungen vom  
20     Brennraum in das Kurbelgehäuse, den sogenannten Blow-By-  
       Verlusten. Dadurch steigt der Druck im Kurbelgehäuse mit dem  
       Motoröl und den Ölgasen an. Um einen zu hohen Druck im  
       Kurbelgehäuse zu vermeiden, müssen die Blow-By-Gase aus dem  
       Kurbelgehäuse abgeführt werden. Bei modernen  
25     Verbrennungsmotoren wird ein geschlossenes Entlüftungssystem  
       verwendet. Hier werden die Blow-By-Gase dem Ansaugtrakt  
       zugeführt und gelangen somit wieder in den Verbrennungsraum.  
       Nachteilig ist jedoch, dass die Blow-By-Gase zu  
       Verschmutzungen des Verbrennungsgemisches führen und somit  
30     die Verbrennung negativ beeinflussen.

       Standardmäßig wird die Entlüftung in einem geschlossenen  
       System durch den im Saugrohr befindlichen Unterdruck  
       erreicht. Aufgrund verschärfter Abgasvorschriften wird auch  
35     versucht, mittels eines Ventils in der Entlüftungsleitung

einen gewissen Überdruck im Kurbelgehäuse zu erzeugen und erst bei einem festen Überdruck die Dämpfe abzulassen.

5 Aus gesetzlichen Gründen ist eine Entlüftung des Kurbelgehäuses ins Freie nicht zulässig. Dadurch entsteht das Problem, dass beispielsweise Leckagen, wie sie durch schadhafte Entlüftungsleitungen auftreten können, sicher erkannt werden müssen. Bisher geschieht diese Diagnose indirekt durch einen Schwellwertvergleich der Werte der

10 Gemischadaption. Damit die Gemischadaption jedoch anspricht, muß der Schlauchdurchmesser ausreichend groß gewählt werden, um entsprechend viel Leckluft anzusaugen. Diese Art der Diagnose führt wiederum zu Einschränkungen bei der Auslegung der Kurbelgehäusentlüftung.

15 Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil,  
20 dass eine genaue Diagnose der Kurbelgehäuseentlüftung möglich ist, ohne konstruktive Einschränkungen hinnehmen zu müssen. Besonders vorteilhaft ist, dass durch eine optimierte Betriebsweise einerseits die Blow-By-Gase und damit die Motoremissionen reduziert werden. Andererseits  
25 werden auch Reibungsverluste im Kurbelgehäuse verringert, so dass sich dadurch auch Verbrauchsvorteile ergeben können.

Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und  
30 Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Verfahrens möglich.

Als besonders vorteilhaft wird angesehen, dass das Taktventil während der Druckanstiegsphase für eine  
35 vorgegebene Zeitspanne geschlossen wird. In dieser Phase

kann die Druckänderung erfasst werden und gleichzeitig das System auf mögliche Lecks überprüft werden.

5 Durch die Anpassung der Schließzeit des Taktventils in Abhängigkeit von wichtigen Betriebsparametern des Verbrennungsmotors ergibt sich eine vorteilhafte Möglichkeit, die Absaugung der Öldämpfe optimal zu steuern. So kann beispielsweise bei hoher Motorlast die Öffnungsdauer für das Taktventil verlängert werden, ohne dass der

10 Verbrennungsprozeß allzusehr gestört wird.

15 Ebenso kann bei unterschiedlichen Betriebsarten, insbesondere bei Schichtbetrieb oder homogenem Betrieb die Entlüftung optimiert werden.

20 Da bei hohen Drehzahlen die Taktzeiten für das Taktventil sehr kurz werden können, empfiehlt es sich, das Ventil erst bei einem vorgegebenen Druck zu öffnen. Dadurch wird der Durchfluß der Dämpfe in den Ansaugtrakt gesteuert und somit eine Anpassung der Entlüftung an den Lastzustand des Motors erreicht.

25 Verliert der Motor eine größere Menge Öl, so hat dies auch Einfluß auf den Druck im Kurbelgehäuse. Durch Kontrolle des Druckverlaufes ergibt sich somit eine einfache Methode, den Ölstand im Kurbelgehäuse zu überwachen. Dadurch kann vorteilhaft auf den Einsatz eines Ölfüllstandsensors verzichtet werden.

30 Als vorteilhaft wird weiterhin angesehen, handelsübliche Drucksensoren für die Messung des Umgebungsdruckes zu verwenden. Ein derartiger Sensor wird beispielsweise für die Tankentlüftung verwendet.

Um Umweltforderungen einzuhalten und mögliche Leckagen frühzeitig zu entdecken, ist durch Beobachtung des Druckverlaufs vorteilhaft auch eine Aussage über die Dichtheit des Entlüftungssystems möglich.

5

Die Verwendung des Drucksignals des Drucksensors kann auch für weitere Steuerfunktionen vorteilhaft verwendet werden. Beispielsweise lagert sich je nach Ölsorte, Alter und Temperatur insbesondere in der Entlüftungsleitung ein

10 Ölschlamm ab, der zur Verstopfung der Leitung führen kann. Um die Ablagerung zu verhindern oder wieder aufzulösen, wird bei manchen Motorsystemen eine elektrisch betriebene Heizung verwendet. Diese Heizung wird vorteilhaft bei Bedarf eingeschaltet, wenn im Kurbelgehäuse ein Drucksignal  
15 vorhanden ist. Wird beispielsweise bei kalten Temperaturen erkannt, dass es zu einer Druckerhöhung im Kurbelgehäuse kommt, so wird die Heizung eingeschaltet. Kommt es dagegen zu keiner Druckerhöhung, so kann auf das Einschalten der Heizung verzichtet werden, da dann noch keine Verstopfung in  
20 der Entlüftungsleitung vorliegt.

Weiterhin ist vorteilhaft, den Verlauf des Drucksignals zur Beurteilung eines Motorverschleißes heranzuziehen.

Insbesondere bei älteren Motoren kommt es aufgrund des  
25 zunehmenden Spiels zwischen Kolbenringen und Zylinderwand zu erhöhten Blow-By-Verlusten. Dieses führt wiederum zu einem gegenüber einem intakten Motor erhöhten Druck im Kurbelgehäuse. Durch Vergleich der Meßwerte mit gespeicherten Schwellwerten kann so auf den Motorzustand  
30 geschlossen werden.

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung  
35 dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher

erläutert. Figur 1 zeigt ein Blockschaltbild eines Verbrennungsmotors mit einem Entlüftungskreislauf, Figur 2 zeigt ein Flußdiagramm und Figur 3 zeigt zwei Diagramme.

## 5 Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Die schematische Darstellung der Figur 1 zeigt einen Verbrennungsmotor 1, der beispielsweise mit einem Turbolader 9 ausgebildet ist. Über ein Luftfilter 7, ein Saugrohr 14

10 und dem Pumpenrad des Turboladers 9 wird Ansaugluft 8 in einen Verbrennungsraum 15 des Verbrennungsmotors 1 mit Überdruck gepresst. Ein Ladeluftkühler 12 kann an einem Ansaugkrümmer 14a angebracht sein. Nach der Verbrennung wird - wie im Bild dargestellt - über ein Auslaßventil das Abgas 15 ausgestoßen. Dabei treibt das Abgas 15 eine Turbinenschaufel des Turboladers 9 an und gelangt danach über ein Abgasrohr 10 und einen nicht dargestellten Auspuff schließlich ins Freie. Durch Kolbenringspalten 11 zwischen den Kolbendichtungen (Kolbenringen) und der Zylinderwand des Verbrennungsmotors 1 dringt während des Verdichtungs oder Verbrennungstaktes mehr oder weniger Luft und Abgas (Bow-by-Gase) entlang der Zylinderwand in ein Kurbelgehäuse 2, in dem sich auch das Schmieröl für den Motor befindet. An geeigneter Stelle des Kurbelgehäuses 2 ist eine 25 Entlüftungsleitung 3 angeschlossen, die über einen Ölabscheider 4 mit dem Saugrohr 14 verbunden ist. An einer geeigneten Stelle der Entlüftungsleitung 3 ist ein Taktventil 5 angeordnet, mit dem der Abfluß der ölhaltigen Dämpfe aus dem Kurbelgehäuse 2 in das Saugrohr 14 elektrisch 30 gesteuert werden kann. Dazu ist ein Steueranschluß 6 vorgesehen, der mit einem nicht dargestellten Steuergerät verbindbar ist. Das Steuergerät erhält seine Information wiederum von einem Drucksensor 13, der im Bereich des Kurbelgehäuses angebracht ist und dort den Druck und/oder 35 den zeitlichen Druckverlauf erfasst. Vollständigkeitshalber

wird noch erwähnt, dass der Ölabscheider 4 eine Ölrücklaufleitung 16 aufweist, so dass das abgeschiedene Öl in das Kurbelgehäuse 2 zurückfliessen kann. An der Entlüftungsleitung 3 ist noch eine Heizung 3a vorsehbar, um diese bei Verstopfung durch Ölabscheidungen wieder freizumachen.

Anhand der Figuren 2 und 3 wird die Funktionsweise dieser Anordnung näher erläutert. Im Normalbetrieb, d.h. wenn der

Öldruck im Kurbelgehäuse 2 unter einer ersten Schwelle P1 (Figur 2) liegt, ist das Taktventil 5 offen, d.h. die Abgasverbindung vom Kurbelgehäuse 2 zum Saugrohr 14 ist durchlässig. Wie dem Diagramm der Figur 2 entnehmbar ist, ist dies der Fall zwischen dem Zeitpunkt  $t_0$  und  $t_1$  bzw.  $> t_3$ . Wird gemäß der unteren Kurve zum Zeitpunkt  $t_1$  das Taktventil 5 durch einen Steuerbefehl über den Steueranschluß 6 geschlossen, dann baut sich mehr oder weniger schnell ein Druck auf, wie er bei der Kennlinie a oder c erkennbar ist. Der Druck steigt an, bis zum Zeitpunkt  $t_2$  ein maximaler Drucks P2 erreicht ist. Das Taktventil 5 wird nun geöffnet, so dass die Dämpfe in das Saugrohr 14 abfließen können, da sie aufgrund der hohen Geschwindigkeit der Ansaugluft 8 mitgerissen werden. Daraufhin baut sich mehr oder weniger schnell der Druck im Kurbelgehäuse 2 ab, wie der Kennlinie b entnehmbar ist. Zum Zeitpunkt  $t_3$  liegt der Druckwert bei der ersten Schwelle P1. Der zweite Schwellwert P2 ist fest vorgebbar, beispielsweise zwischen 50 und 150 mbar. Alternativ ist die Druckschwelle P2 auch in Abhängigkeit von Betriebs- oder Umweltbedingungen vorgebbar. Insbesondere können die unterschiedlichen Betriebsparameter wie der Ölstand, die Temperatur, die Drehzahl, der Lastzustand, Betriebsarten wie Magerbetrieb und Schichtbetrieb und dergleichen zur Veränderung der Schließzeiten für das Taktventil 5 berücksichtigt werden. Zur Erläuterung des unteren Diagramms der Figur 2 wird noch

erwähnt, dass bei Position 1 das Taktventil 5 geschlossen und bei 0 das Taktventil geöffnet ist. Aus dem Verlauf der Druckkurven a, b, c sind nun eine Reihe von Hinweisen entnehmbar, die für eine exakte Diagnose der Kurbelgehäusenentlüftung verwendbar sind. Beispielsweise kann während der Zeitspanne  $t_1$  bis  $t_2$  ( $T_{pmax}$ ) die Dichtheit des Kurbelgehäuses überprüft werden. Wird das Taktventil 5 geschlossen, so muß sich aufgrund der Blow-by-Gase innerhalb einer bestimmten Betriebspunktabhängigen Zeit eine

Druckerhöhung im Kurbelgehäuse ausbilden. Eine Undichtigkeit der Kurbelgehäusenentlüftung liegt vor, wenn dieser erwartete Druckanstieg ausbleibt oder zu langsam erfolgt, wie beispielsweise in Kurve c dargestellt ist.

Für eine optimierte Entlüftung durch das Taktventil (5) wird der Durchfluß der Öldämpfe im Saugrohr 14 gesteuert. Dabei kann die Ansteuerung für das Taktventil 5 so erfolgen, dass die Entlüftung an den Lastzustand des Motors angepasst wird. Bei einer hohen Last kann beispielsweise die Entlüftung ohne Nachteile auf die Verbrennung erhöht werden. Insbesondere bei Benzindirekteinspritzungen, bei denen eine betriebsartenabhängige Steuerung für den Schichtbetrieb und Homogenbetrieb angestrebt wird, kann die Steuerung des Taktventils 5 entsprechend anpassen. Alternativ kann zur Erzielung niedriger Emissionen aus dem Kurbelgehäuse ein konstanter, gleichbleibender Überdruck, beispielsweise 50 bis 150 mbar eingestellt werden.

In Figur 3 wird ein Flußdiagramm vorgeschlagen, mit dem der Ölstand ermittelt werden kann. Dazu wird gemäß Position 21 der Druckverlauf gemessen und mit vorgegebenen gespeicherten Werten oder Kurven verglichen. Beispielsweise zeigt die Kurve a (Figur 2) einen normalen Ölstand, während die gestrichelt dargestellte, flachere Kurve c einen zu niedrigen Ölstand anzeigt. In Versuchen wurde nämlich



festgestellt, dass der Verlust einer größeren Menge Öl einen direkten Einfluß auf den Druck im Kurbelgehäuse 2 hat. Beispielsweise bewirkt ein Ölverlust von ca. 1Liter eine Druckänderung um ca. 25mbar. Durch Vergleich des Drucksignals wie betriebspunkt- und ventildurchflußabhängigen Schwellwerten kann somit ein Ölverlust diagnostiziert werden.

Nach diesem Schema wird zunächst in Position 22 geprüft, ob irgendwelche Systemfehler vorliegen und ob ein stationärer Betriebspunkt für den Verbrennungsmotor 1 vorliegt. Ist das nicht der Fall, dann springt das Programm in Position 21 zurück und beginnt erneut mit der Ölstandsabfrage. Befindet sich dagegen der Verbrennungsmotor 1 in einem stationären Betriebspunkt, dann wird in Position 23 die Blow-by-Rate durch kurzzeitiges Schließen des Taktventils 5 durch Differenzbildung der angesaugten Massenströme vor und nach dem Schließen ermittelt. Nach dem Schließen des Taktventils 5 zum Zeitpunkt  $t_1$  wird nun in Position 24 die Zeit gemessen, bis der maximal zulässige Druck  $P_2$  im Kurbelgehäuse 2 erreicht ist. Diese Zeit wird mit einem vorgegebenen Schwellwert  $T_{pmax}$  verglichen. Aufgrund der vorliegenden Daten wird ein Schwellwert für eine maximale Grenzzeit  $T_{grenz}$  als Funktion von den Massenströmen ermittelt. In Position 25 wird geprüft, ob die Grenzzeit  $T_{grenz}$  kleiner ist als der Maximalwert  $T_{pmax}$ . Ist dies nicht der Fall, dann springt das Programm in Position 21 zurück. Im anderen Fall wird in Position 26 diagnostiziert, dass der Ölstand zu niedrig ist. Daraufhin wird eine Warnlampe im Armaturenbrett eingeschaltet und beispielsweise die Drehzahl des Verbrennungsmotors 1 begrenzt, um einen Motorschaden zu verhindern. Der Verlauf der Kurven der Figur 2 kann auch für die Optimierung einer Heizungssteuerung verwendet werden. Wie bereits dargelegt wurde, kann die Entlüftungsleitung 3 elektrisch beheizt werden, um bei niederen Temperaturen eine

Verstopfung zu verhindern. Die Heizung 3a wird dabei unterhalb einer Temperaturschwelle eingeschaltet. Ist beispielsweise ein Drucksignal im Kurbelgehäuse vorhanden, so kann die Heizung 3a erst bei Bedarf angesteuert werden. Dies ist dann der Fall, wenn bei kalten Temperaturen eine Druckerhöhung im Kurbelgehäuse 2 auftritt. Liegt keine Druckerhöhung vor, so kann auf die Ansteuerung der Heizung 3a verzichtet werden, da keine Verstopfung in der Entlüftungsleitung 3 erwartet werden kann. Desweiteren kann

10 aus dem Verlauf der Druckkurve auf den Motorzustand geschlossen werden. Dies ist insbesondere bei älteren Motoren von Vorteil, wie zuvor schon dargelegt wurde.

02.05.00 We/Kat

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

## Ansprüche

1. Verfahren zur Funktionsdiagnose eines Entlüftungssystems  
eines Kurbelgehäuses (2) eines Verbrennungsmotors (1), wobei  
bei einem geschlossenen Entlüftungssystem ein Ventil (5) in  
einer Entlüftungsleitung (3) bei Erreichen einer  
vorgegebenen Druckschwelle Dämpfe in ein Saugrohr (14) des  
Verbrennungsmotors (1) ablässt und wobei die Dämpfe zusammen  
mit der Ansaugluft (8) dem Verbrennungsraum (15) des  
Verbrennungsmotor (1) zugeführt werden, dadurch  
gekennzeichnet, daß ein Drucksensor (13) vorgesehen ist,  
dass der Drucksensor (13) den Öldruck und/oder eine  
Druckänderung im Kurbelgehäuse (2) erfasst, dass das Ventil  
(5) ein elektrisch steuerbares Taktventil ist und dass das  
Taktventil (5) in Abhängigkeit des Signals des Drucksensors  
(13) für eine vorgegebene Zeitdauer ( $T_{pmax}$ ) geschlossen  
wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass  
die Schließzeit des Taktventils (5) in Abhängigkeit eines  
Betriebsparameters, vorzugsweise vom Ölstand, der  
Temperatur, Drehzahl, der Last, Umweltparameter, der  
Betriebszeit und/oder dem Motortyp veränderbar ist.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass  
das Taktventil (5) in Abhängigkeit von der Last und der  
Drehzahl des Verbrennungsmotors (1) gesteuert wird, wobei  
bei einer hohen Drehzahl und einer niedrigen Last die  
Entlüftungsphase verlängert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet,  
dass das Taktventil (5) in Abhängigkeit von der Betriebsart,  
insbesondere bei Schichtbetrieb oder homogenem Betrieb  
gesteuert wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass das Taktventil (5) derart  
gesteuert wird, dass vorgegebene Druckwerte, beispielsweise  
50 bis 150 mbar im Kurbelgehäuse (2) eingehalten werden.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass aus dem Verlauf des vom  
Drucksensor (13) gemessenen Drucks innerhalb einer  
vorgegebenen Zeitspanne ( $t_1$  bis  $t_2$ ) ein Wert für den Ölstand  
im Kurbelgehäuse (2) bestimmt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass aus der Änderung des vom  
Drucksensor (13) gemessenen Drucks innerhalb der  
vorgegebenen Zeitspanne ( $t_1$  bis  $t_2$ ) auf die Dichtheit des  
Entlüftungssystems geschlossen wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass das Drucksignal des  
Drucksensors (13) für weitere Steuerfunktionen des  
Verbrennungsmotors (1) vorzugsweise zur Steuerung einer  
Heizung für die Entlüftungsleitung (3) verwendbar ist.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass  
das Drucksignal des Drucksensors (13) zur Beurteilung eines  
Motorverschleißes verwendet wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren bei einem  
Verbrennungsmotor mit einem Turbolader verwendet wird.

02.05.00 We/Kat

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

Verfahren zur Funktionsdiagnose eines Entlüftungssystems  
eines Kurbelgehäuses eines Verbrennungsmotors

10 Zusammenfassung

Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zur Funktionsdiagnose eines Entlüftungssystems eines Kurbelgehäuses eines Verbrennungsmotors vorgeschlagen, bei dem in einer  
15 Entlüftungsleitung (3) ein Taktventil (5) angeordnet ist. Das Taktventil (5) wird in Abhängigkeit vom Druck im Kurbelgehäuse (2) gesteuert, der von einem Drucksensor (13) erfasst wird. Bei hohem Druck wird das Taktventil geöffnet, um die Dämpfe über ein Saugrohr (14) abfließen zu lassen.  
20 Die Steuerung des Taktventils (5) erfolgt dabei in Abhängigkeit von Betriebs-, Abgasforderungen und/oder Lastzuständen. Anhand des Druckverlaufs ist erkennbar, ob beispielsweise der Ölstand ausreichend ist, eine Leckage im geschlossenen Entlüftungssystem vorliegt oder der  
25 Verbrennungsmotor (1) einen erhöhten Verschleiß aufweist. Durch eine optimierte Betriebsweise kann sowohl eine Reduktion von Blow-By-Gasen, Emissionen als auch Reibungsverluste im Kurbelgehäuse verringert werden.

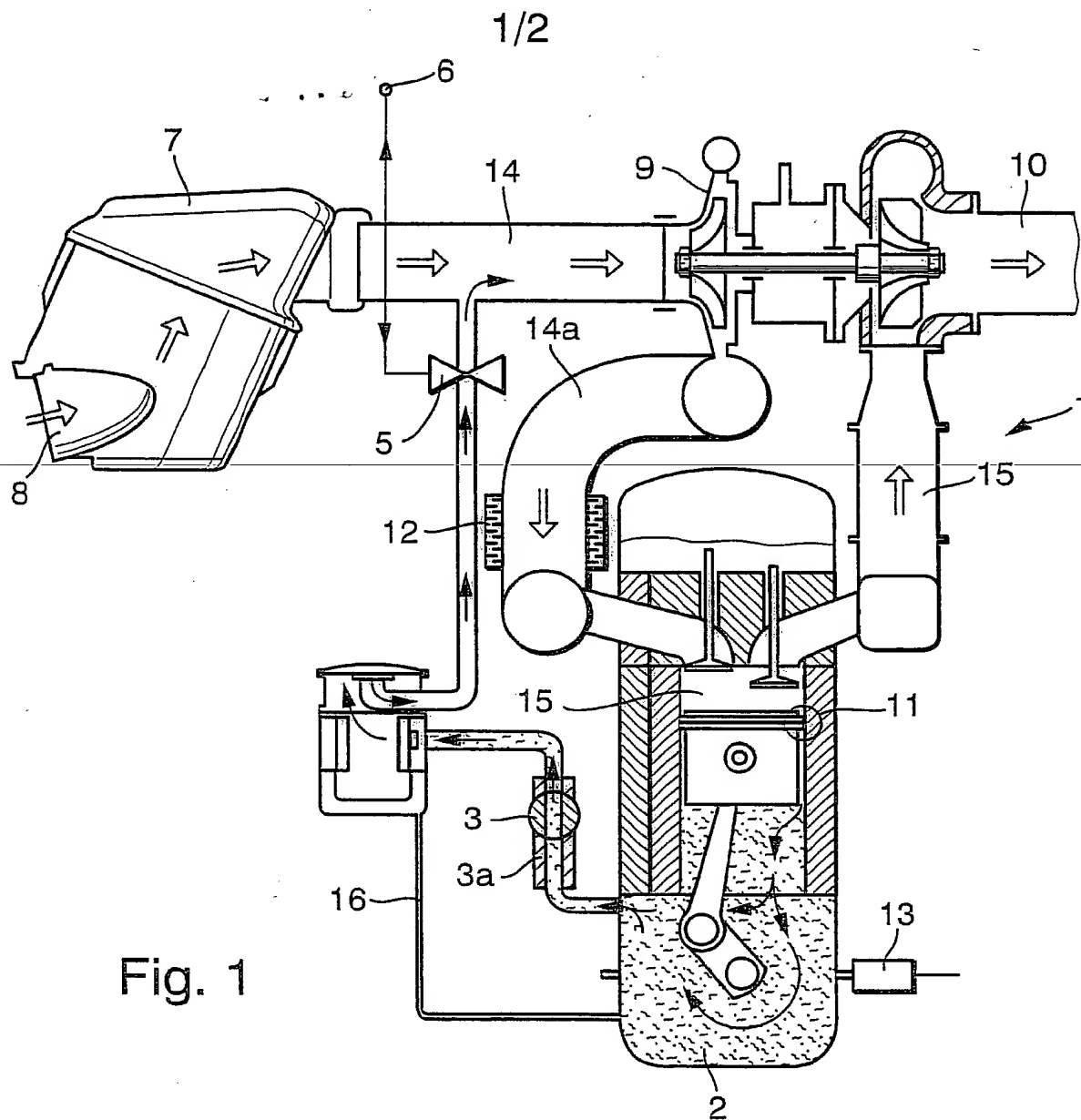


Fig. 1

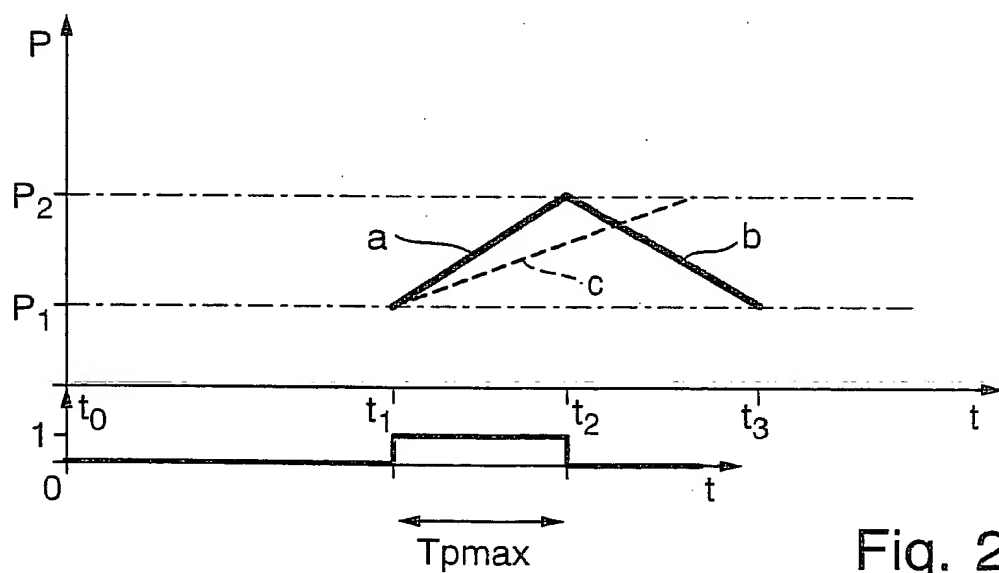


Fig. 2

2/2

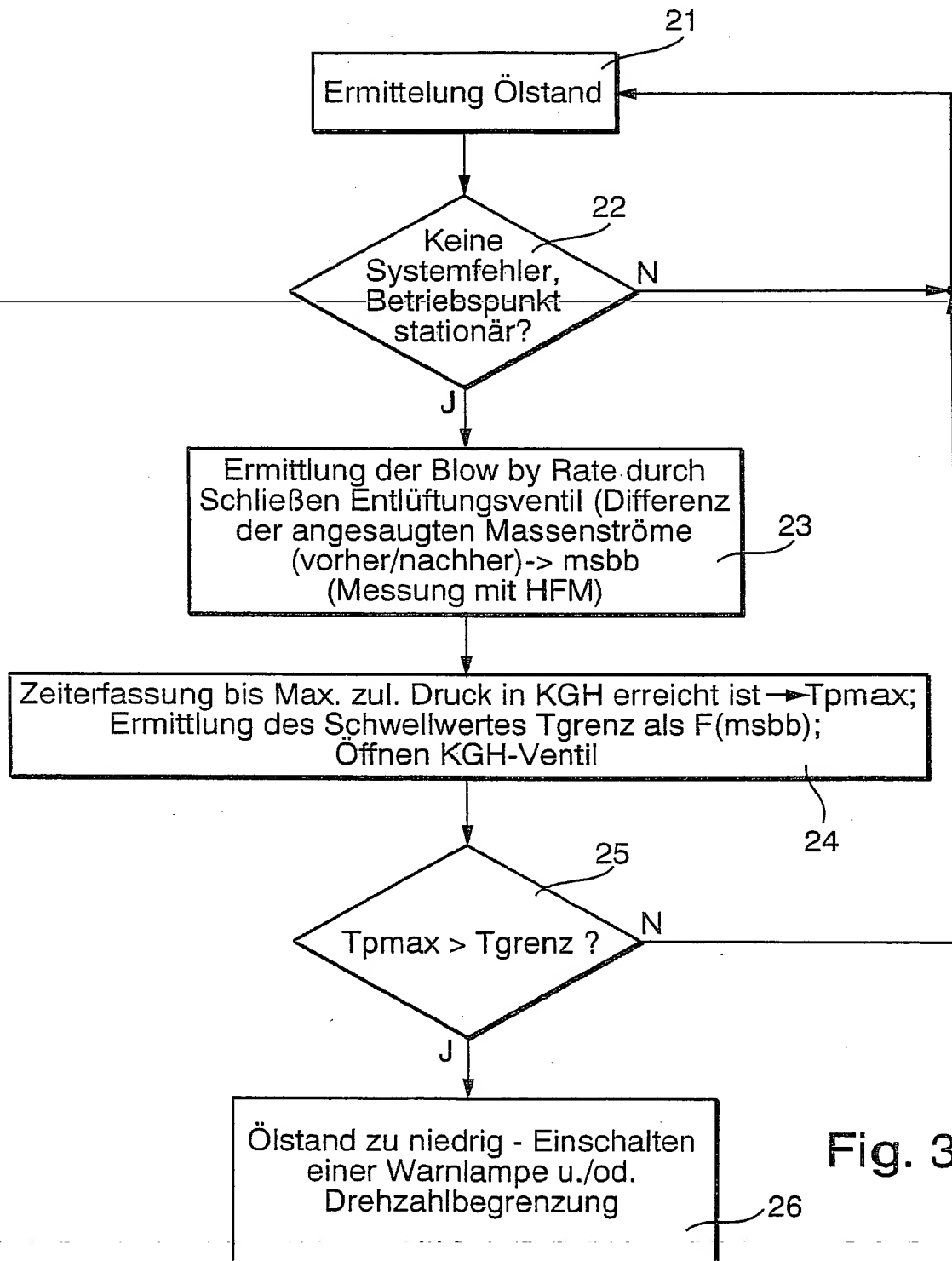


Fig. 3